

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

(10)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-125865

(43)公開日 平成8年(1996)5月17日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 1/407

G 0 6 T 5/00

H 0 4 N 1/ 40

1 0 1 E

G 0 6 F 15/ 68

3 1 0 J

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平6-257934

(22)出願日

平成6年(1994)10月24日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 村山 登

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72)発明者 鈴木 宏一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72)発明者 大内 茂樹

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

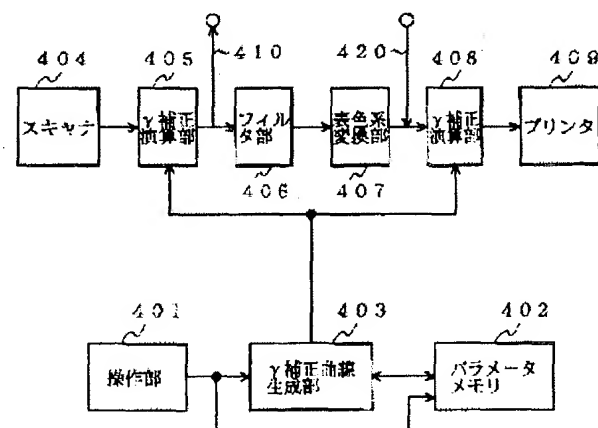
(74)代理人 弁理士 鈴木 誠 (外1名)

(54)【発明の名称】 画像の階調補正方法及び画像処理装置

(57)【要約】

【目的】 任意の階調数への対応が容易に実施でき、且つ、生成した曲線の修正や新たな曲線の追加、登録が容易にできるようにする。

【構成】 パラメータメモリ402は、以前に曲線生成のために使用したパラメータを複数組記憶している。 $\gamma$ 補正曲線生成部403は、操作部401より入力されるパラメータあるいはメモリ402の既存のパラメータにより、入力値 $x$ と出力値 $y$ が0～1に正規化された $\gamma$ 補正曲線式 $y=f(x)$ を生成する。これには始点と終点の他に3点の中間点を指定すると、自動的にすべての入出力の対応が定まる多項式を用いる。 $\gamma$ 補正演算部405は、実スケールへの変換式 $y'=a+by$ を用いて、入力画像データをスキャナ404に依存しないように補正する。同様に、 $\gamma$ 補正演算部408は、表色系変換後の画像データをプリンタ409に適するように補正する。



# United States Patent [19]

Ouchi et al.

[11] Patent Number: 6,064,396

[45] Date of Patent: \*May 16, 2000

[54] TWO-STEP GAMMA CORRECTION METHOD AND SYSTEM

5,406,394 4/1995 Numakura et al. 358/518

[75] Inventors: Shigeki Ouchi, Mitsuura-machi; Noboru Murayama, Machida; Koichi Suzuki, Yokohama, all of Japan

## FOREIGN PATENT DOCUMENTS

63-2462 1/1988 Japan  
6-105154 4/1994 Japan

[73] Assignee: Ricoh Company, Ltd., Japan

[\*] Notice: This patent issued on a continued prosecution application filed under 37 CFR 1.53(d), and is subject to the twenty year patent term provisions of 35 U.S.C. 154(a)(2).

Primary Examiner—Phu K. Nguyen

Attorney, Agent, or Firm—Knoble & Yoshida LLC

*Translation  
US Pat.  
to JP  
08/125865A*

[21] Appl. No.: 08/547,499

[22] Filed: Oct. 24, 1995

[30] Foreign Application Priority Data

Oct. 24, 1994 [JP] Japan 6-04952

[51] Int. Cl.<sup>7</sup> G06F 15/00

[52] U.S. Cl. 345/431

[58] Field of Search 395/131, 150, 395/153; 345/431; 358/518, 521

## [57] ABSTRACT

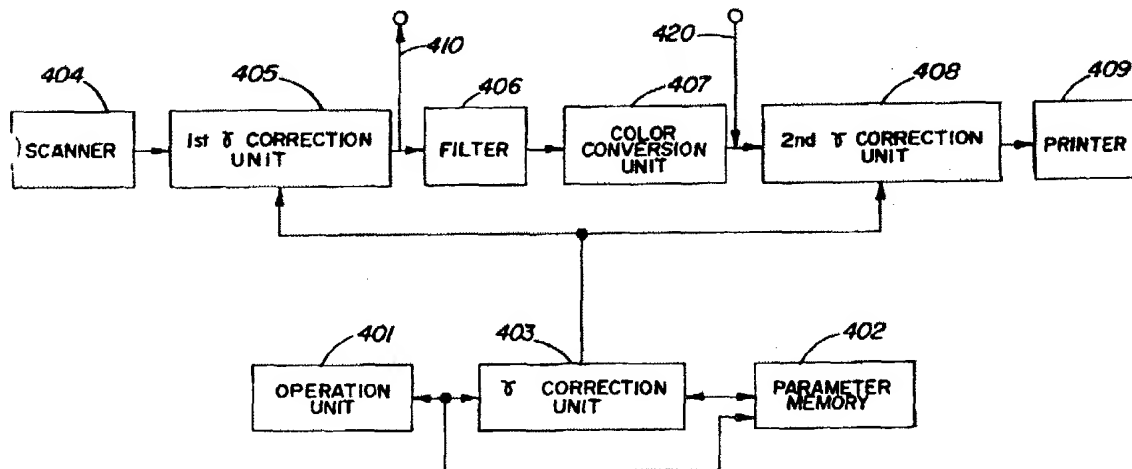
The current methods and systems for correcting image information improve input and output characteristics. Although  $\gamma$  correction curves have been used in prior art, the current invention allows more refined control in the correction process without additional parameters or hardware. The refined control includes adjustments at a localized area of the correction curve, an efficient conversion between a standard range value and a device-dependent value, a color-specific correction and a flexible user interface. Furthermore, the above described advantages are provided on demand rather than storing the pre-calculated information.

## [56] References Cited

### U.S. PATENT DOCUMENTS

5,065,234 11/1991 Hung et al. 358/523

25 Claims, 15 Drawing Sheets



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された階調画像の階調レベルを出力階調対応曲線（以下、 $\gamma$ 補正曲線という）にもとづいて補正して出力する画像の階調補正方法であって、画像の入力階調値を $x$ 、それに対応する出力階調値を $y$ とすると、ハイライト0からシャドウ1に正規化した $\gamma$ 補正曲線式

$$y=f(x) \quad (0 \leq x, y \leq 1)$$

を、複数の入力値 $x_i$ とそれに対応する出力値 $y_i$ を指定すると、自動的にすべての入力と出力の対応が求まる多次多項式を用いて決定し、

$x=0$ に対応する値を $a$ 、 $x=1$ に対応する値を $a+b$ とすると、

$$y'=a+by$$

なる $y'$ によって実スケール上での出力階調レベルを決

\*定することを特徴とする画像の階調補正方法。

【請求項2】 請求項1記載の画像の階調補正方法において、 $\gamma$ 補正曲線式 $y=f(x)$ を、5つの入力値 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  ( $x_1 < x_2 < x_3 < x_4 < x_5$ ;  $x_1=0, x_5=1$ )とそれに対応する出力値 $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$  ( $y_1=0, y_5=1$ )を指定して、次式

【数1】

$$y=c(x-1)^2x+(3-d)(x-1)x^2+x^3$$

$$\text{但し、} c=c_1+c_2(x-x_2)(x-x_4)$$

$$d=d_1+d_2(x-x_2)(x-x_4)$$

【数2】

$$c_1 = \frac{x_2 x_4}{(1-x_2)(1-x_4)} + \frac{-y_2(1-x_4)x_4^2 + y_4(1-x_2)x_2^2}{x_2 x_4(1-x_2)(1-x_4)(x_2-x_4)}$$

$$d_1 = 3 + \frac{x_2 + x_4 - x_2 x_4}{(1-x_2)(1-x_4)} + \frac{-y_2(1-x_4)^2 x_4 + y_4(1-x_2)^2 x_2}{x_2 x_4(1-x_2)(1-x_4)(x_2-x_4)}$$

$$c_2 - d_2 = \frac{\frac{y_3}{(x_3-x_2)(x_3-x_4)(1-x_3)^2 x_3} - \frac{c_1}{(x_3-x_2)(x_3-x_4) x_3^2}}{(3-d_1)x_3 - \frac{(x_3-x_2)(x_3-x_4)(1-x_3)^2}{x_3^2}}$$

によって決定することを特徴とする画像の階調補正方法。

【請求項3】 請求項2記載の画像の階調補正方法において、 $x_3$ をハイライト領域に、 $x_4$ をシャドウ領域に、 $x_2$ を中間領域に決定することを特徴とする画像の階調補正方法。

【請求項4】 請求項2、3記載の画像の階調補正方法において、定数 $c_2, d_2$ の少なくとも一方を零とすることを特徴とする画像の階調補正方法。

【請求項5】 入力された階調画像の階調レベルをあらかじめ設定した $\gamma$ 補正曲線にもとづいて補正して出力する画像処理装置において、

$\gamma$ 補正曲線の生成に必要なパラメータを入力するパラメータ入力手段と、

以前に入力されたパラメータを記憶するパラメータ記憶手段と、

前記パラメータ入力手段から入力されたパラメータあるいは前記パラメータ記憶手段に記憶されたパラメータに応じて $\gamma$ 補正曲線式を生成する補正曲線生成手段と、

入力画像データについて、前記 $\gamma$ 補正曲線関数式に基づいて $\gamma$ 補正演算を行う補正演算手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】 請求項5記載の画像処理装置において、補正演算手段は、 $\gamma$ 補正曲線式に基づいて前もって適合

範囲の入力階調値に対応する出力階調値を算出して、入力と出力の対応関係を登録したテーブルを備え、入力画像データについて、前記テーブルを参照して出力値を決定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】 請求項5、6記載の画像処理装置において、生成された $\gamma$ 補正曲線式で表わされる曲線を表示する表示手段を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項8】 請求項5、6、7記載の画像処理装置において、補正曲線生成手段は、請求項1、2、3、もしくは4記載の方法により $\gamma$ 補正曲線式を生成することを特徴とする画像処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、画像入力装置であるイメージスキャナ、画像出力装置であるイメージプリンタ、あるいはデジタルコピー等における画像処理に係り、詳しくは、モノクロあるいはカラー階調画像の入出力の際の画像データ処理における階調補正方法、及び、該方法を適用した画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 階調画像の入出力の際の階調補正は、例えば、イメージスキャナからの入力画像 $R'$  (赤)  $G'$  (緑)  $B'$  (青) を当該スキャナの特性に依存しない $RGB$ に変換する場合、あるいは表色系変換した $Y$  (黄)  $M$

(マゼンダ) C(シアン) K(黒) データを使用プリンタの特性に最適化したC' M' Y' K' に変換する場合等において必要になる。

【0003】一般に画像の階調補正には入出力階調対応曲線が用いられる。この曲線を $\gamma$ 補正曲線と称す。即ち、 $\gamma$ 補正曲線は、入力値を補正して出力するための補正曲線であり、所望範囲の入力画像データと所望範囲の出力画像データとを対応づける曲線である。

【0004】従来、この種の $\gamma$ 補正曲線としては、 $y = x^n$  ( $n$ は任意の定数) といった簡単な関数や、制御点を直線でつないだ折れ線近似を用いる方法、あるいは、本出願人が先に提案した特開昭63-2462号公報や特開平6-105154号公報に記載の多項式を用いる方法などが知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術において、 $y = x^n$ を用いる方法は、 $\gamma$ 補正曲線の全体形状が $n$ の値で一義的に決まるため、適用は非常に制限されてしまい、汎用性に乏しい問題がある。また、折れ線近似による方法は、制御点付近での階調の連続性が失われてしまうという問題がある。

【0006】一方、多項式を用いる場合は、 $\gamma$ 補正曲線を自由な特性とすることが可能である。しかしながら、特開昭63-2462号公報に記載の方法は、曲線の始点(ハイライト点)と終点(シャドウ点)、補正のタイプ、補正の度合等をパラメータとして多式演算により多次曲線を求め、この曲線を座標軸変換して $\gamma$ 補正曲線を生成するというもので、曲線を生成するのに必要なパラメータが多く、このため、 $\gamma$ 補正処理をする際に、メモリ、レジスタなどのハードウェア量が多くなるという問題がある。この問題を解決するのが特開平6-105154号公報に記載の方法で、これは曲線の始点と終点の接続方向と通過する中点を指定して $\gamma$ 補正曲線を生成するというものである。しかし、この方法も曲線の全域にわたりきめ細かに特性を指定する場合には操作が複雑となる嫌いがあった。さらに、特開昭63-2462号公報及び特開平6-105154号公報のいずれにおいても、任意の階調数への対応については開示されていない。

【0007】本発明の一つの目的は、対象装置の階調数に制約されることなく、任意の階調数への対応が容易に実施できる汎用的な $\gamma$ 補正曲線式による画像の階調補正方法を提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、始点と終点の他に、数点の中間点を指定するのみで、曲線全体の形状を制御することができる $\gamma$ 補正曲線式を生成することにある。

【0009】本発明の他の目的は、一旦設定した $\gamma$ 補正

曲線に対し、その一部分を他の部分への影響を与えることなく修正することを可能とする $\gamma$ 補正曲線式を生成することにある。

【0010】本発明の更に他の目的は、 $\gamma$ 補正曲線の修正や新たな曲線の追加・登録が容易に実施でき、操作性のよい画像処理装置を提供することにある。

【0011】本発明の更に他の目的は、実際の画像データ入力に対して、階調補正を高速に処理できる画像処理装置を提供することにある。

【0012】本発明の更に他の目的は、生成した $\gamma$ 補正曲線の特性を一目で把握することができる画像処理装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、基本的には、画像の入力階調値を $x$ 、それに対応する出力階調値を $y$ とすると、ハイライト0からシャドウ1に正規化した $\gamma$ 補正曲線式

$$y = f(x) \quad (0 \leq x, y \leq 1)$$

を、複数の入力値 $x_i$ とそれに対応する出力値 $y_i$ を指定すると、自動的にすべての入力と出力の対応が求まる多次多項式を用いて、 $x=0$ に対応する値を $a$ 、 $x=1$ に対応する値を $a+b$ とすると、

$$y' = a + by$$

なる $y'$ によって実スケール上での出力階調レベルを決定することを特徴とする。

【0014】

【作用】 $\gamma$ 補正曲線式 $y = f(x)$ を、 $c = c_1 + c_2(x - x_1)(x - x_2)$ 、 $d = d_1 + d_2(x - x_1)(x - x_2)$ において、

【0015】

【数3】

$$y = c(x-1)^2x + (3-c)(x-1)x^2 + x^3$$

【0016】なる多次項式で決定する。ここで、 $c$ 、 $d$ は始点と終点の他に、3つの中間点(通過点)から $x$ の関数として求まり、わずかなパラメータで $\gamma$ 補正曲線の形状を任意に制御することができる。また、 $\gamma$ 補正曲線は正規化して設定できるので、任意の階調数への対応が容易である。

【0017】

【実施例】以下、本発明の一実施例について図面を参照して具体的に説明する。

【0018】〈補正曲線式の導出〉初めに、本発明で用いる $\gamma$ 補正曲線式の導出を説明する。Bernsteinの多項式の応用として、次式で表わされる3次ベジエ曲線生成式が知られている。

【0019】

【数4】

$$B = P_0(1-t)^3 + 3P_1(1-t)^2t + 3P_2(1-t)t^2 + P_3t^3 \quad (1)$$

B: 生成点, P: 特徴点, t: 媒介変数 (0 ≤ t ≤ 1)

【0020】この式に対し、特徴点（以下、制御点とい  
う）を変化させずにベジエ曲線の膨らみを自由に変えら  
れるように改良した拡張ベジエ曲線式（以下、MB曲線  
式という）がある（特開平2-222264号公報参\*  
\*照）。これは次式で表わされる。

$$MB(t) = P_0(1-t)^3 + \{cP_1 - (c-3)P_0\}(1-t)^2t + \{dP_2 - (d-3)P_1\}(1-t)t^2 + P_3t^3 \quad (2)$$

P<sub>0</sub>: 始点  
P<sub>1</sub>: 接線制御点（始点側）  
P<sub>2</sub>: 接線制御点（終点側）  
P<sub>3</sub>: 終点  
c: 膨らみ制御パラメータ（始点側）  
d: 膨らみ制御パラメータ（終点側）

【0022】図2にMB曲線の一例を示す。図2より、  
制御点P<sub>1</sub>～P<sub>3</sub>はそのままにして、膨らみ制御パラメ  
ータc、dを大きくすると曲線の膨らみは大きくなり、逆  
に小さくすると曲線の膨らみは小さくなる。また、その  
値は任意にとることができ、負の場合は膨らみの方向が  
逆方向となる。（2）式で表わされるこのMB曲線では  
（x、y）座標値をもつ制御点からX-Y平面上の曲線  
を表すことができるが、同一のtに対する（x、y）を※

※求めていく必要があり、y=f(x)の形で関連づけたい  
γ補正曲線には、このままでは適用できない。

【0023】上記MB曲線式に対し、制御点P<sub>0</sub>、P<sub>1</sub>、  
P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>の座標を（0、0）、（0、1）、（1、  
0）、（1、1）とし、yの値を一旦tの関数として求  
めた後t=xとおくと、

【0024】

【数6】

$$y = c(x-1)^2x + (3-d)(x-1)x^2 + x^3 \quad (3)$$

【0025】となり、x、yが0～1で正規化された形  
で対応づけられることになる。このときの曲線を図3に  
示す。

【0026】（γ補正曲線式）本発明では、上記（3）  
式をγ補正曲線生成に利用する。しかしながら、（3）式  
はc、dを定数とした場合3次式であり、始点・終点以  
外には1自由度しか残らない。そこで、

$$c = c_1 + c_2(x-x_2)(x-x_4) \quad (4)$$

★【数7】

$$c_1 = \frac{x_2x_4}{(1-x_2)(1-x_4)} + \frac{-y_2(1-x_4)x_4^2 + y_4(1-x_2)x_2^2}{x_2x_4(1-x_2)(1-x_4)(x_2-x_4)} \quad (6)$$

$$d_1 = 3 + \frac{x_2+x_4-x_2x_4}{(1-x_2)(1-x_4)} + \frac{-y_2(1-x_4)^2x_4 + y_4(1-x_2)^2x_2}{x_2x_4(1-x_2)(1-x_4)(x_2-x_4)} \quad (7)$$

$$c_2 - d_2 = \frac{y_3}{(x_3-x_2)(x_3-x_4)(1-x_3)^2x_3} - \frac{c_1}{(x_3-x_2)(x_3-x_4)} - \frac{(3-d_1)x_3}{(x_3-x_2)(x_3-x_4)(1-x_3)} - \frac{x_3^2}{(x_3-x_2)(x_3-x_4)(1-x_3)^2} \quad (8)$$

【0028】ここに、c<sub>2</sub>-d<sub>2</sub>=一定であり、c<sub>2</sub>、d<sub>2</sub>  
は独立には定まらないが、その値の選択によって曲線の

特性が異なる。

【0029】なお、x<sub>2</sub>、x<sub>4</sub>に対応するy<sub>2</sub>、y<sub>4</sub>は0以

下あるいは1以上でもよく、この場合には $0 \leq y \leq 1$ を満たす処理が必要である。したがって、 $\gamma$ 補正曲線式 $y = f(x)$ は、正確には次式で表わされる。

\* [0030]  
【数8】

$$y = \begin{cases} 0 & ; y \leq 0 \\ c(x-1)^2x + (3-d)(x-1)x^2 + x^3 & ; 0 \leq y \leq 1 \\ 1 & ; y > 1 \end{cases} \quad (9)$$

【0031】(パラメータの選定) (3)~(8)式により、 $\gamma$ 補正曲線の形状は、始点 $(x_1, y_1) = (0, 0)$ 、終点 $(x_5, y_5) = (1, 1)$ として、中間の3点 $(x_2, y_2)$ 、 $(x_3, y_3)$ 、 $(x_4, y_4)$ 、および、 $c_2$ 、 $d_2$ のパラメータに応じて定まる。即ち、通過点 $(x_2, y_2)$ 、 $(x_3, y_3)$ 、 $(x_4, y_4)$ の指定によって基本的に曲線が定まるが、 $c_2$ 、 $d_2$ の選択によって曲線の形状を自由に制御することができる。ここで、 $c_2$ と $d_2$ は、一方の値を定めれば他方が定まるため(一般には $d_2 = 0$ とする)、 $\gamma$ 補正曲線生成のための使用パラメータは実質的に4組で足りる。このパラメータの組をパラメータセットということにする。

【0032】図4乃至図6に $\gamma$ 補正曲線生成の具体例を示す。図4は、使用パラメータセットを $(x_2, y_2) = (0.25, 0.3)$ 、 $(x_3, y_3) = (0.5, 0.5)$ 、 $(x_4, y_4) = (0.75, 0.7)$ 、 $d_2 = 0$ としたときの例、図5は $(x_2, y_2) = (0.25, 0.125)$ 、 $(x_3, y_3) = (0.5, 0.4)$ 、 $(x_4, y_4) = (0.75, 0.75)$ 、 $d_2 = 0$ としたときの例である。図4の例はハイライト領域の階調を細分化する場合に効果があり、図5の例はハイライト領域を強調する場合に効果がある。また、図6は、使用パラメータセットを $(x_2, y_2) = (0.25, -0.25)$ 、 $(x_3, y_3) = (0.5, 0.5)$ 、 $(x_4, y_4) = (0.75, 1.25)$ 、 $d_2 = 0$ としたときの例で、これは2値化に近い特性となっており、特に文字画像に効果がある。なお、図6の場合は、 $0 \leq y \leq 1$ を満たすための処理が追加される。

【0033】生成した $\gamma$ 補正曲線は、一部通過点のパラメータの値を変えることにより、その対応領域の曲線形状を他への影響を最小限に抑制して変えることもできる。これは、保守などで、入出力の階調関係を再調整する場合に有効である。図7乃至図9にその具体例を示す。

【0034】図7は、パラメータセット $(x_2, y_2) = (0.25, 0.22)$ 、 $(x_3, y_3) = (0.5, 0.45)$ 、 $(x_4, y_4) = (0.75, 0.75)$ 、 $c_2 = 0$ として $\gamma$ 補正曲線を生成後、 $y_2$ のみ、 $y_2 = 0.75 \pm 0.10$  (step 0.05)と変化させた例である。この例は、シャドウ部の再調整を行っても、ハイライト部への影響がほとんど無視できることを示している。

【0035】図8は、同じくパラメータセットを $(x_2, y_2) = (0.25, 0.22)$ 、 $(x_3, y_3) = (0.5, 0.45)$ 、 $(x_4, y_4) = (0.75, 0.75)$ 、 $d_2 = 0$ として $\gamma$ 補正曲線を生成後、 $y_2$ のみ、 $y_2 = 0.22 \pm 0.1$  (step 0.05)と変化させた例である。この例は、逆にハイライト部の再調整を行っても、シャドウ部への影響がほとんど無視できることを示している。

【0036】図9は、使用パラメータセットを $(x_2, y_2) = (0.125, 0.122)$ 、 $(x_3, y_3) = (0.5, 0.45)$ 、 $(x_4, y_4) = (0.875, 0.875)$ 、 $d_2 = -c_2$ として $\gamma$ 補正曲線を生成後、 $y_3$ のみ、 $y_3 = 0.45 \pm 0.1$  (step 0.05)と変化させた例である。この例は、中間部の再調整を行った場合、ハイライト部とシャドウ部への影響を抑止できることを示している。

【0037】(実スケールへの変換) (3)~(8)式による $\gamma$ 補正曲線は、 $x$ 、 $y$ が0~1に正規化された形で対応づけられるものである。一方、実際の画像処理装置では、64階調(6ビット)、256階調(8ビット)といった階調数の画像データで処理されるため、それにあった変換が必要となる。また、初期値( $y_1$ )も所望の値に設定する必要がある。

【0038】そこで、正規化した $\gamma$ 補正曲線式 $y = f(x)$ とすると、実スケールでの入力階調レベル $x'$ に対し、実スケールでの出力階調レベル $y'$ を $y' = a + by$  ( $0 \leq x, y \leq 1$ )によって対応づける。ここで、初期値 $= a$ 、最終値 $= a + b$ である。これにより、一度、正規化した $\gamma$ 補正曲線式を生成しておけば、任意の階調数への対応が容易となる。

【0039】図1は、正規化の $x$ 、 $y$ と実スケールの $x'$ 、 $y'$ の関連を対比して示したものである。ここで、図1(a)は正規化した $\gamma$ 補正曲線 $y = f(x)$ で、基本的に3つの通過点 $(x_2, y_2)$ 、 $(x_3, y_3)$ 、 $(x_4, y_4)$ の指定によって曲線が定まることを示している。図1(b)は、図1(a)の曲線について、初期値を $a$ とし、256階調(最終値は255)へ換算した場合の例である。

【0040】(システム構成例)図10に、本発明の画像処理装置の一実施例のシステム構成図を示す。図にお

いて、操作部110は各種の指示キーやテンキーなどで構成され、作業員やユーザにより操作されるものである。 $\gamma$ 補正曲線の新規生成や再調整の際、保守員等は該操作部110より必要なパラメータセットを入力する。パラメータメモリ120は、 $\gamma$ 補正曲線生成のための種々のパラメータセットをあらかじめ記憶しておくメモリであり、標準パラメータセットに加え、作業員等が先に操作部110より入力して $\gamma$ 補正曲線の生成・再調整のために使用した複数のパラメータセットが、各々適用モード（標準、明るい、暗い、文字モードなど）を付されて記憶されている。テーブルメモリ130は、前以って $\gamma$ 補正曲線式に従って算出しておいた実スケールの出力階調値の対応を示すテーブル（変換テーブル）を記憶しておくメモリであり、複数の変換テーブルを記憶する場合には、パラメータセットの場合と同様に適用モードなどで区別する。表示部140は、作業員やユーザに対するガイダンス類の表示の他に、パラメータメモリ120の内容、あるいは、生成された $\gamma$ 補正曲線を表示するのに用いある。スキャナ150はモノクロあるいはカラー階調画像を読み取る画像入力装置である。プリンタ160は $\gamma$ 補正された階調画像を出力する画像出力装置である。CPU100は全体の制御、種々の画像処理を司どり、本発明に係る処理としては $\gamma$ 補正曲線式や変換テーブルの生成、 $\gamma$ 補正演算などが実行される。このCPU100の処理については後述する。ワークメモリ170はCPU100での処理の途中結果等が一時格納される作業用メモリである。

【0041】なお、操作部110と表示部140は所謂操作盤として一体的に構成すれば便利である。また、図1では省略したが、処理対象画像はスキャナ150からの入力画像の他に、ビデオテープ、その他の画像記録媒体にすでに蓄積されているもの、あるいは通信回線により遠隔の装置（ファクシミリなど）から伝送されてきたものでもよい。画像の出力先も、プリンタ160にプリントアウトする場合の他に、画像表示装置に表示したり、画像記録媒体に蓄積したり、さらには通信回線により遠隔の装置へ伝送することでもよい。

【0042】（ $\gamma$ 補正曲線生成処理） $\gamma$ 補正曲線の生成には、通常はパラメータメモリ120に記憶されている既存のパラメータセットを使用するが、新たな $\gamma$ 補正曲線の設定や再調整時は、作業員等が操作部110から入力するパラメータセットを使用して生成する。なお、いずれのケースかは作業員等が操作部110からあらかじめ指定しておけばよい。さらに、パラメータメモリ120の既存パラメータセットを使用する場合は、その適用モードも指定しておく。図11に、CPU100での $\gamma$ 補正曲線生成の処理フロー例を示す。

【0043】CPU100では、 $\gamma$ 補正曲線生成の場合、まず、既存パラメータ使用のケースか否か判定し（ステップ201）、既存パラメータ使用であれば、そ

の適用モードを判定し（ステップ202）、パラメータメモリ120より当該モードのパラメータセットを読み出してワークメモリ170に取り込む（ステップ203）。そして、この取り込んだパラメータセットを用いて、 $x$ 、 $y$ が0～1に正規化して対応づけられる $\gamma$ 補正曲線式 $y=f(x)$ を生成する（ステップ207）。具体的には、取り込んだパラメータセットを使用して、先の（6）～（8）式で、 $c_1$ 、 $c_2$ 、 $d_1$ 、 $d_2$ を求め、（4）と（5）式で、 $c$ 、 $d$ を求め、この $c$ 、 $d$ を（3）式に代入して、正規化された $\gamma$ 補正曲線式 $y=f(x)$ を生成する。なお、パラメータの値によっては $0 \leq y \leq 1$ を満たすための処理が追加される。

【0044】一方、ステップ201で既存パラメータの不使用が判定された場合は、操作部110から入力されるパラメータセットをワークメモリ170に取り込む（ステップ204）。そして、作業員等による操作部110からの指示にしたがい、入力したパラメータセットをパラメータメモリ120に新規に登録するか、あるいは既存のパラメータセットを更新するか判定し（ステップ205）、新規登録する場合は、入力したパラメータセットにモードを付加（モードは作業員等が指示する）してパラメータメモリ120に書き込み、更新の場合は、パラメータメモリ120内の該当モードのデータを入力したパラメータセットで書き替える（ステップ206）。新規登録・更新のいずれも行わない場合はステップ206をスキップする。その後、入力したパラメータセットを用いて、正規化した $\gamma$ 補正曲線式 $y=f(x)$ を生成する（ステップ207）。

【0045】図11では省略したが、生成した正規化 $\gamma$ 補正曲線式は、パラメータメモリ120に該当パラメータセットと対応づけて記憶しておく。これにより、操作部110からの作業員等の指示で、CPU100がパラメータメモリ120から所望の $\gamma$ 補正曲線式を読み出し、その曲線を生成して表示部140に表示するようにすれば、作業員等は $\gamma$ 補正曲線の特性を一日で把握することが可能になる。

【0046】なお、パラメータメモリ120に記憶されている既存パラメータを使用して $\gamma$ 補正曲線を生成する際、パラメータメモリ120に記憶されている各パラメータセットを読み出して表示部140に一覧表示し、そのうちから作業員が選択したものをワークメモリ170に取り込むようにしてもよい。また、この場合、パラメータセットの替わりに上記のように $\gamma$ 補正曲線を直接表示させてもよく、この場合には、 $\gamma$ 補正曲線生成そのものを省略することも可能である。

【0047】（変換テーブル作成処理） $\gamma$ 補正曲線式 $y=f(x)$ は、 $x$ 、 $y$ が0～1に正規化して対応づけられるものである。これを実際に適用する装置では64階調、256階調といった階調数のデータで処理されるので、それにあった変換（換算）が必要である。この換算



を前もって行い、実スケールでの入力階調レベル $x'$ に対応する出力階調レベル $y'$ を記憶した変換テーブルを作成しておけば、実際に入力画像データに対して、該テーブルを参照するだけで出力値を決定できる。図12に、変換テーブル作成処理フロー例を示す。

【0048】CPU100では、まず、正規化された $\gamma$ 補正曲線式 $y=f(x)$ を取り込む(ステップ301)。これは、図11のステップ207に引き続いて、そこで生成された $\gamma$ 補正曲線式を直ちに組み込むことでも、あるいは、あらかじめ生成されたパラメータメモリ120に記憶されている $\gamma$ 補正曲線式を読み出して取り込むことでもよい。次に、実スケールでの入力階調レベル $x'$ の初期値(一般には $x'=0$ )を設定した後(ステップ302)、先の(9)式に示す実スケールへの変換式 $y'=a+by$ により、実スケールでの出力階調レベル $y'$ を計算する(ステップ303)。この際、 $y=f(x)$ の $x$ としては、 $x'$ に対応する正規化値を用いることは云うまでもない。この求めた実スケールでの出力階調レベル $y'$ を、対応する入力階調レベル $x'$ と対にテーブルメモリ130に書き込む(ステップ304)。そして、所定の階調数分(例えば64階調、256階調)の換算が終了したかどうか判定し(ステップ305)、終了していなければ、入力階調レベル $x'$ をステップアップして(ステップ306)、ステップ303に戻る。以下、所定の階調数分の換算が終了するまで、ステップ304~306をループする。

【0049】変換テーブルは、種々のモード毎、また、カラー画像の場合はRGB毎、CMYK毎に作成して、テーブルメモリ130に記憶しておく。

【0050】(実動作)ここでは、図10において、スキナ150から取り込んだカラー画像データをプリンタ160に出力するものとし、 $\gamma$ 補正のための適用モード等はあらかじめ操作部110より指定されているとする。

【0051】スキナ150で読み込まれた画像データ $R'G'B'$ はワークメモリ170に蓄積される。CPU100では、この入力画像データ $R'G'B'$ について、テーブルメモリ130の所望変換テーブル(3組)を参照して、スキナ150の特性に依存されない画像データRGBに $\gamma$ 補正(ここでは $\gamma$ 補正と称す)し、ワークメモリ170に再格納する。この画像データRGBについて、MTF補正あるいは平均化といったフィルタリング処理、さらに表色系変換のRGB/CMYK変換を行った後、テーブルメモリ130の所望変換テーブル(4組)を参照して、CMYKデータをプリンタ160の特性に最適化した $C'M'Y'K'$ に $\gamma$ 補正し(ここでは $\gamma$ 補正と称す)、プリンタ160へ出力する。

【0052】以上の動作例は、所望の変換テーブルが前もってテーブルメモリ130に用意されている場合であるが、その時々々の画像処理毎に、図11のステップ20

1、202、203、207で該画像処理に最適の $\gamma$ 補正曲線式を自動生成し、引き続き図12のステップ301~305で、該処理で使用される階調数に対応する変換テーブルを作成し、該変換テーブルを用いて、入力画像データを $\gamma$ 補正してもよい。この場合、テーブルメモリ130の容量を軽減できる効果がある。

【0053】(他のシステム構成例)図13に、図10のCPU100の機能をハードウェア回路で置き換えた場合のシステム構成例を示す。これは、上記動作例のイメージスキャナから読み込んだ画像データをプリンタに出力する場合の適用例である。

【0054】パラメータメモリ402は、 $\gamma$ 補正曲線生成のための複数のパラメータセットを記憶しており、例えば標準パラメータセットの他に、先に操作部401より入力して $\gamma$ 補正曲線生成のために使用したパラメータを記憶している。 $\gamma$ 補正曲線生成部403は、通常は操作部401で指定されたモード等によりパラメータメモリ402から所定パラメータを読み出し、正規化された $\gamma$ 補正曲線式 $y=f(x)$ を生成するが、操作部401からパラメータセットが入力される場合には、該入力されたパラメータセットにもとづいて $\gamma$ 補正曲線式 $y=f(x)$ を生成する。ここでは、 $\gamma$ 補正曲線生成部403は、RGB用の $\gamma_1$ 補正曲線式(RGB対応に3組)とCMYK用の $\gamma_2$ 補正曲線式(CMYK対応に4組)の2種類を生成し、各々 $\gamma$ 補正演算部405、408に設定するものとする。なお、操作部401からパラメータセットが入力された場合は、それをモード等を付加してパラメータメモリ402にも記憶する。

【0055】スキナ404からの入力画像データ $R'G'B'$ について、第1の $\gamma$ 補正演算部405において、実スケールへの変換式 $y'=a+by$ を用いてスキナ404の特性に依存しない画像データRGBに $\gamma$ 補正する。この画像データRGBに対して、フィルタ部406でMTF補正あるいは平均化といったフィルタリング処理を行い、さらに表色系変換部407でRGB/CMYK変換を行う。そして、この画像データCMYKについて、第2の $\gamma$ 補正演算部408において、実スケールへの変換式 $y'=a+by$ を用いてプリンタ409の特性に最適化した $C'M'Y'K'$ に $\gamma$ 補正し、プリンタ409へ出力する。

【0056】なお、第1の $\gamma$ 補正演算部405の出力データはスキナの特性に依存しないRGBデータであり、これを線410により図示しない記憶媒体等に記憶するようにすれば、スキナの特性に無関係に所望の画像処理に利用することが可能になる。また、第2の $\gamma$ 補正演算部408では、線420から与えられる他のCMYKデータを入力して、それを当該プリンタ409の特性に合致した $C'M'Y'K'$ に補正することも可能である。

【0057】ここでは、 $\gamma$ 補正演算部405、408で

は、入力画像データに対して一々、実スケールへの変換式 $y' = a + by$ を用いて $\gamma$ 補正演算を行うとしたが、図10の場合と同様に前もって変換テーブルを作成しておけば、変換テーブルを参照するだけで、入力階調レベルに対応する $\gamma$ 補正された出力階調レベルを得ることができる。

【0058】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、画像の入出力階調値を一旦0～1に正規化して対応づけ、改めて任意の初期値を現実の階調数に対応した出力階調レベルに変換するため、任意の階調数への対応が容易で、 $\gamma$ 補正曲線を汎用的に利用できる。

【0059】請求項2記載の発明によれば、基本的に始点と終点の他に中間の3点を指定するだけで $\gamma$ 補正曲線が定まり、わずかのパラメータによって $\gamma$ 補正曲線の形状を任意に制御することができる。

【0060】請求項3記載の発明によれば、中間点（通過点）をハイライト、ミドル、シャドウの3点で指定することにより、一般的な感覚との対応が容易な標準的な $\gamma$ 補正曲線を生成できる。

【0061】請求項4記載の発明によれば、 $c_0 = 0$ とすることで、シャドウ部を再調整して利用する場合にハイライト部への影響を避けることができ、 $d_2 = 0$ とすることで、逆にハイライト部を再調整して利用する場合に、シャドウ部への影響を避けることができる。

【0062】請求項5記載の発明によれば、 $\gamma$ 補正曲線の生成に必要なパラメータを入力する手段に加えて、以前に入力されたパラメータを記憶する手段を具備することにより、 $\gamma$ 補正曲線の修正や新たな曲線の追加、登録が容易に実施でき、操作性のよい画像処理装置を提供できる。

【0063】請求項6記載の発明によれば、あらかじめ実スケールの変換（換算）テーブルを作成して持つことにより、実際の画像データ入力に対して、階調補正の高速処理を実現でき、また、CPUの負担も軽減できる。

【0064】請求項7記載の発明によれば、生成した $\gamma$ 補正曲線を可視的にグラフ表示することにより、作業員等は曲線の特性を一目で把握でき、再調整などの作業が容易になる。

【0065】請求項8記載の発明によれば、請求項1や2記載の発明と同様の作用効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による正規化した $\gamma$ 補正曲線と実スケールでの対比の一例を示す図である。

【図2】従来の拡張ベジエ曲線の一例を示す図である。

【図3】本発明の $\gamma$ 補正曲線生成に用いる変形ベジエ曲線の一例を示す図である。

【図4】本発明により生成される $\gamma$ 補正曲線の一例を示す図である。

【図5】本発明により生成される $\gamma$ 補正曲線の他の一例を示す図である。

【図6】本発明により生成される $\gamma$ 補正曲線の更に他の一例を示す図である。

【図7】本発明による $\gamma$ 補正曲線のシャドウ部の再調整を示す図である。

【図8】本発明による $\gamma$ 補正曲線のハイライト部の再調整を示す図である。

【図9】本発明による $\gamma$ 補正曲線のミドル部の再調整を示す図である。

【図10】本発明による画像処理装置の一実施例のブロック図である。

【図11】図10のCPUでの $\gamma$ 補正曲線生成の処理フロー例を示す図である。

【図12】図10のCPUでの変換テーブル作成の処理フロー例を示す図である。

【図13】本発明による画像処理装置の他の実施例のブロック図である。

【符号の説明】

100 CPU

110 操作部

120 パラメータメモリ

130 テーブルメモリ

140 表示部

150 スキャナ

160 プリンタ

170 ワークメモリ

401 操作部

402 パラメータメモリ

403  $\gamma$ 補正曲線生成部

404 スキャナ

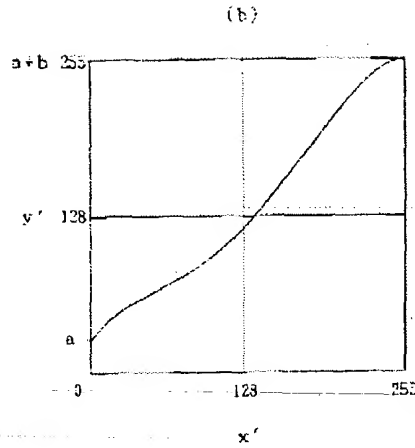
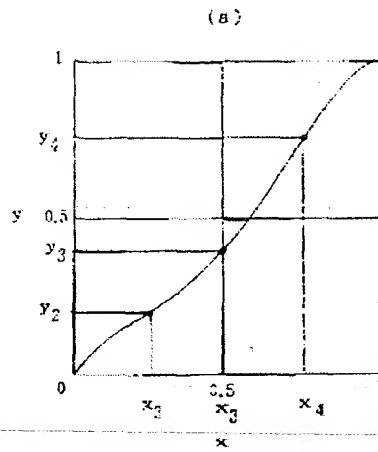
405, 408  $\gamma$ 補正演算部

406 フィルタ部

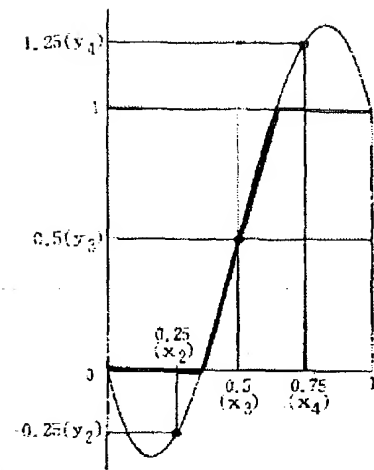
407 表色系変換部

409 プリンタ

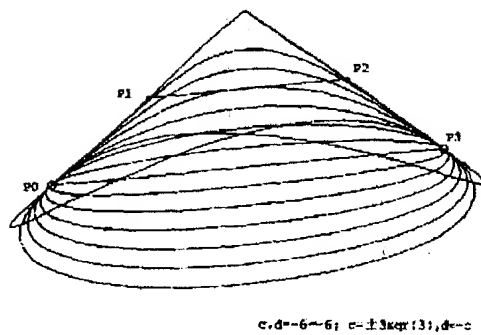
【図1】



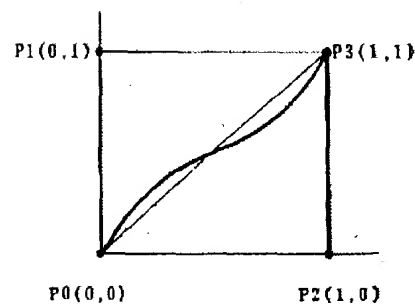
【図6】



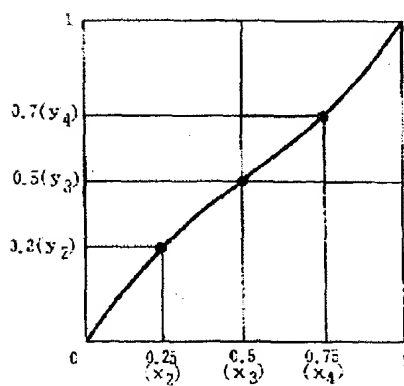
【図2】



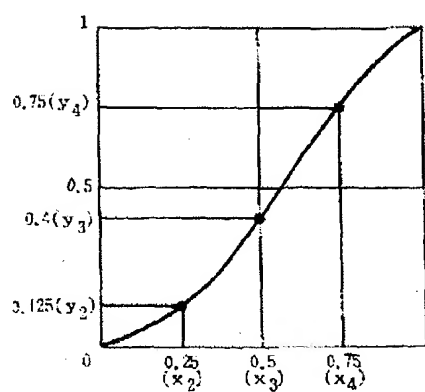
【図3】



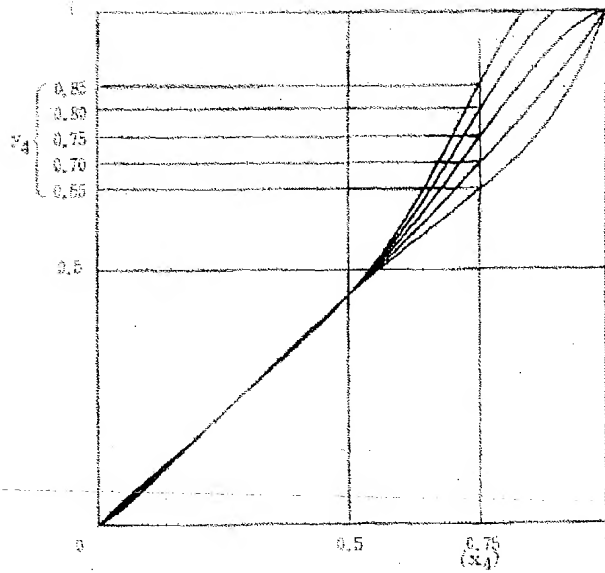
【図4】



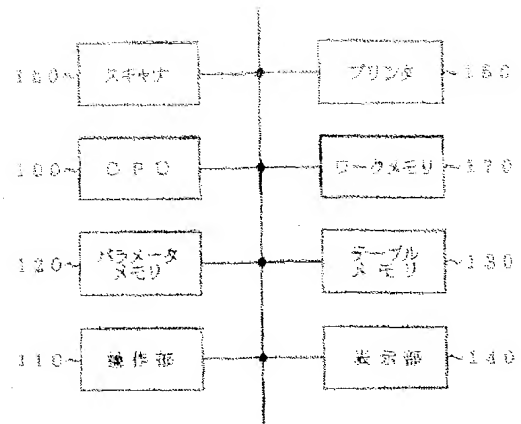
【図5】



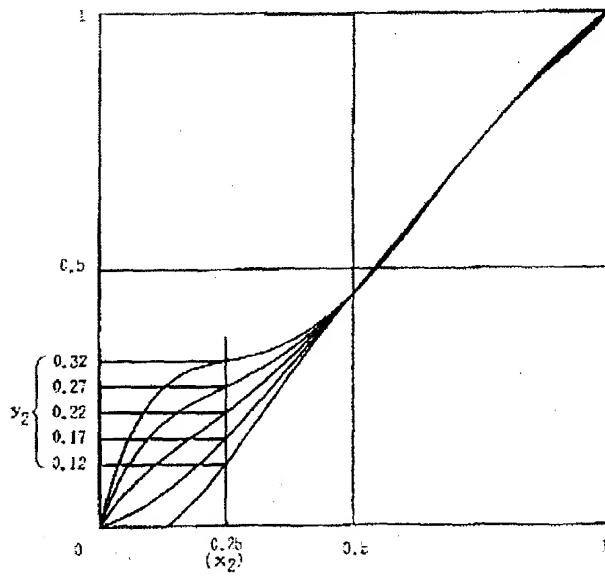
【図7】



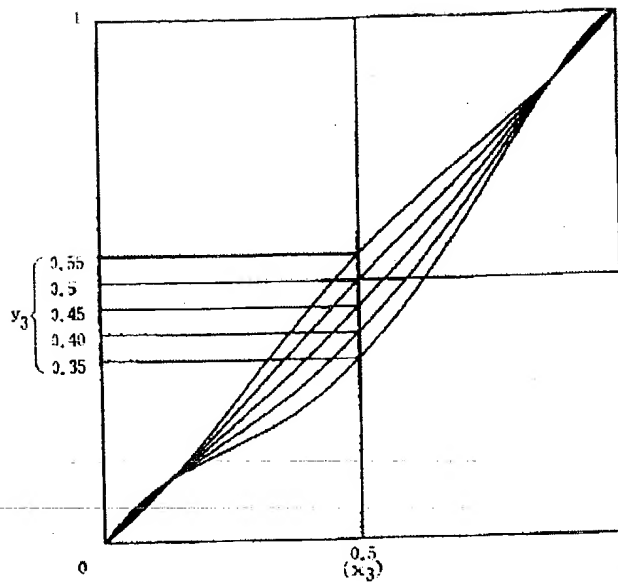
【図10】



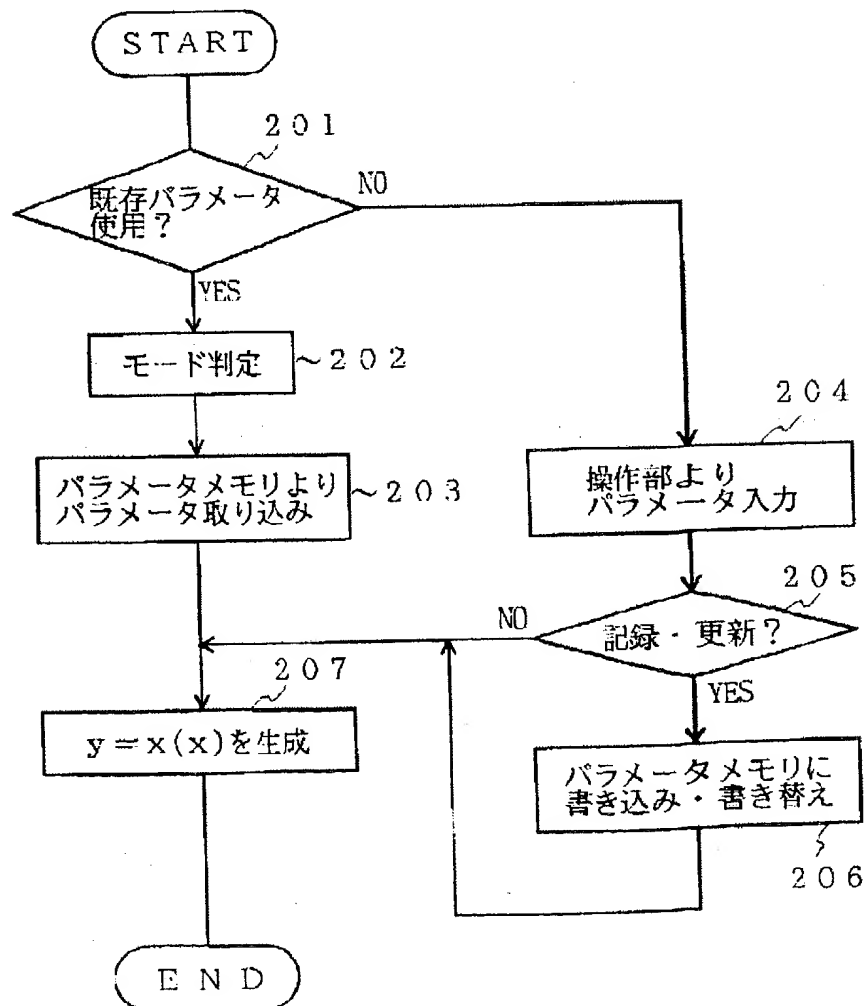
【図8】



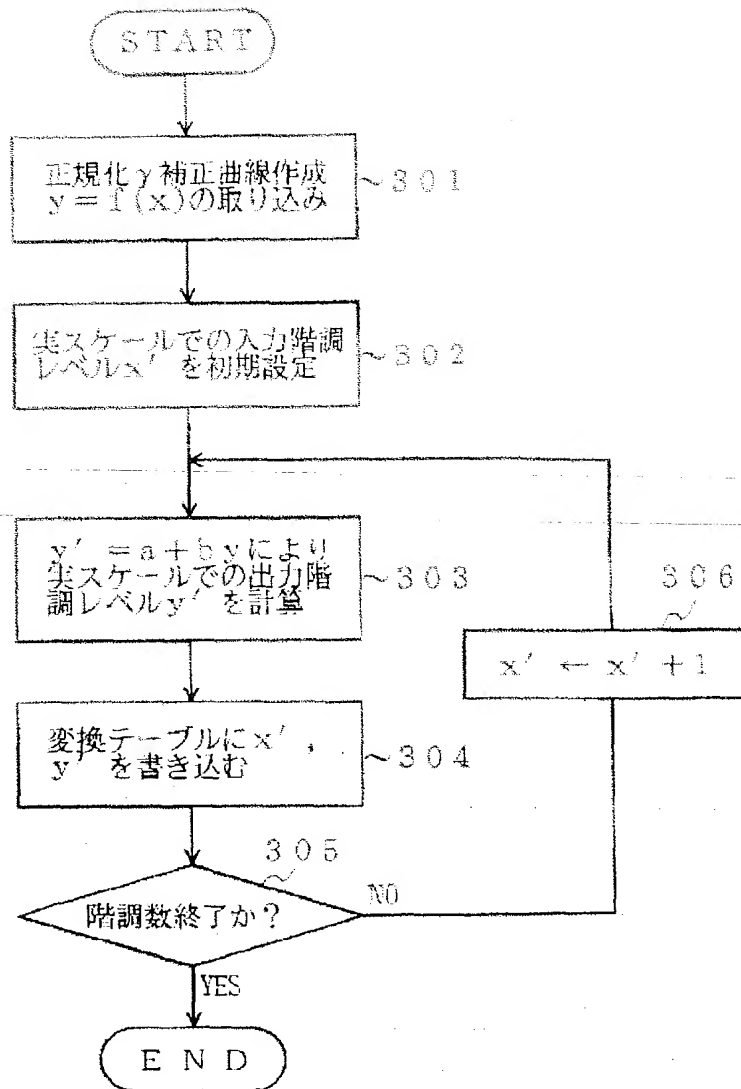
【図9】



【図11】



【図12】



【図13】

